

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-145759

(43)公開日 平成9年(1997)6月6日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 R	27/02		G 0 1 R	27/02
	31/02			31/02
H 0 1 C	7/10		H 0 1 C	7/10
H 0 2 H	7/24		H 0 2 H	7/24
// H 0 1 T	15/00		H 0 1 T	15/00

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-309199

(22)出願日 平成7年(1995)11月28日

特許法第30条第1項適用申請有り 平成7年7月15日
電気学会電力・エネルギー部門大会委員会発行の「平成
7年電気学会 電力・エネルギー部門大会論文集 (論文
▲ I I ▼)」に発表

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 江藤 伸夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 田原 一浩

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 山岸 武史

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

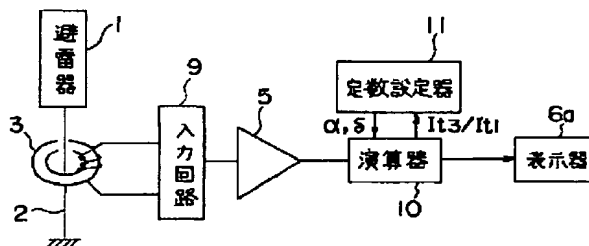
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置

(57)【要約】

【課題】 複雑な演算式を用いることもなく、またフィルタも不要となる安価でコンパクトな酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置を得る。

【解決手段】 漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率を用いて位相差 δ を求め、この位相差 δ と検出された漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} とに基づいて、上記抵抗分電流を演算するための増幅器5、演算器10、定数設定器11を備えた。



3: 変流器

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流から抵抗分電流を検出する酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置において、上記漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率を用いて位相差 δ を求め、上記位相差 δ と検出された上記漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} とに基づいて、上記抵抗分電流を演算する演算手段を備えたことを特徴とする酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

【請求項2】 上記演算手段は、補正係数を α とし、次の(A)式を用いて、上記抵抗分電流を演算することを特徴とする請求項1記載の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \sin \delta \cdot \alpha \quad (A)$$

【請求項3】 上記演算手段は、補正係数を α として $\delta' = \delta \cdot \alpha$ を求め、次の(B)式を用いて、上記抵抗分電流を演算することを特徴とする請求項1記載の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \delta' \quad (B)$$

【請求項4】 上記補正係数 α を $\alpha = 1$ として上記抵抗分電流を求めることにより劣化診断を行うことを特徴とする請求項2または請求項3記載の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

【請求項5】 上記漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率が所定値以上のときは、上記第3高調波電流成分と上記基本波電流成分の比率から位相差 δ を求め、上記比率が所定値未満のときは、上記位相差 δ を一定とすることを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれかに記載の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

【請求項6】 上記漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} の代わりに高調波を含んだ上記漏れ電流の実効値 I_t を用いることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれかに記載の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、酸化亜鉛形避雷器*

$$I_R(V) = -I_R(-V)$$

【0007】であるため、 I_R は V の奇数次の関数で表され(2)式になる。

※40

$$I_R = A_1 V + A_3 V^3 + A_5 V^5 + \dots \quad (2)$$

【0009】 $I_R - V$ 特性を最小2乗法で5次迄の項で近似する。それにより(2)式の A_1 、 A_3 、 A_5 の係数★

$$V = V_0 \sin \omega t$$

【0011】で表し、(3)式を(2)式に代入し、三角関数公式を用いて級数展開すると(4)式になる。☆

$$\begin{aligned} I_R = & (A_1 + 3/4 A_3 V_0^2 + 5/8 A_5 V_0^4) V_0 \sin \omega t \\ & + (-1/4 A_3 V_0^2 - 5/16 A_5 V_0^4) V_0 \sin 3\omega t \\ & + 1/16 A_5 V_0^5 \sin 5\omega t \end{aligned} \quad (4)$$

【0013】(4)式の右辺第1項は基本波を第2、第

* 器の抵抗分電流を検出する避雷器の漏れ電流検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図6は、例えば特開昭59-92720号公報に示された従来の避雷器の漏れ電流検出装置を示すブロック図であり、図において、1は酸化亜鉛素子で構成された避雷器、2は避雷器1の接地線、3はロコスキー型の変流器、4は変流器3の出力のうち第3高調波のみを通す第3高調波フィルタ、5は増幅器、6は抵抗分電流を表示する表示器、7は後述する動作を実行するための演算器、8は定数入力器である。

【0003】従来の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置は、検出する漏れ電流のうち、その第3調波成分から抵抗分電流を検出する方式としている。なお、ここで、抵抗分電流とは、漏れ電流の第3高調波成分とこれに基づいて計算される基本波成分の和を言う。

【0004】次に、従来技術の概要とともに、図5を用いて動作について説明する。従来の漏れ電流検出装置は、非線形性をもつ抵抗分電流-電圧特性のために、正弦波電圧が加わったとき抵抗分電流に漏れ電流の第3高調波成分が含まれることに注目したものである。抵抗分電流-電圧特性を電圧の奇数次の関数で近似し、各次数の比例係数がわかれば第3高調波電流から抵抗分電流を計算できるということが解析により明らかになり構築されたものである。

【0005】すなわち酸化亜鉛アレスタに正弦波電圧が印加されると、その接地線を通れる抵抗分漏れ電流は図7に示される歪波形になる。時間を t として抵抗分漏れ電流を $I_R(t)$ で表すと、 $I_R(t) = -I_R(-t)$ となり周期的な対象波になる。これは、図5に示す非線形性をもつ抵抗分電流 I_R -電圧 V 特性から説明できる。すなわち、 V_{1N} の電圧が印加されると、 $I_R - V$ 特性に応じて V_{1N} が電流に変換され歪んだ I_{0UT} になって出力される。これは、丁度、トランジスタの電流増幅作用に似ている。抵抗分漏れ電流 I_R の電圧 V に対する変化は、

【0006】

(1)

※【0008】

★が判明する。 V を正弦波電圧

【0010】

(3)

☆【0012】

3項はそれぞれ第3、第5高調波を表す。いま、第3高

調波および第5高調波が測定可能な量であり、その内の第3高調波の測定値を $I_{R3} \sin 3\omega t$ とすると(5)式*

$$(-1/4 A_3 V_0^2 - 5/16 A_3 V_0^4) V_0 = I_{R3} \quad (5)$$

【0015】 A_3 、 A_5 は既知であるので、不明な量は、 V_0 のみであり(5)式から計算により求まる。求まった V_0 を(4)式に代入すれば、基本波、第5高調波の大きさ、および、抵抗分電流 I_R が求まる。

$$I_R = (A_1 + 3/4 A_3 V_0^2) V_0 \sin \omega t - 1/4 A_3 V_0^3 \sin 3\omega t \quad (4-1)$$

$$-1/4 A_3 V_0^3 = I_{R3} \quad (5-1)$$

【0018】(4-1)式に(5-1)式を代入して、★ ★【0019】

$$I_R = [A_1 \times (-4 I_{R3} / A_3)^{1/3} - 3 I_{R3}] \sin \omega t + I_{R3} \sin 3\omega t \quad (6)$$

【0020】になり、 I_R は I_{R3} からより一層簡単に計算される。

【0021】そして、従来の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置は、図6に示されるように、酸化亜鉛素子で構成された避雷器1の接地線2にロゴウスキー型の交流器3を装置し、その出力端が第3高調波のみを通す第3高調波フィルタ4に接続されている。このフィルタ4により、接続線2を流れる抵抗分電流の中の第3高調波のみが抽出され、増幅器5に入力される。増幅器5は演算器7に接続されている。演算器7には定数入力器8により前述の(2)式の比例定数 A_1, A_3, A_5, \dots が入力される。演算器7の中で、この入力された定数と増幅器5から入力される第3高調波電流の大きさとから、(4)式と(5)式に従って計算が行われ、第3高調波電流の大きさを抵抗分電流の大きさに変換される。その変換された値を表示器6で表示し直読する。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】従来の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置は以上のように構成され、第3高調波電流成分のみ検出してそれをもとに抵抗分電流を求めている。この方法は(6)式のように立方根などを解く必要があり、それに応じたソフトウェアの開発が必要となり、かつフィルタなどのハードウェアが要求されるため、装置が高価で大型なものとなっていた。また、避雷器の非劣化時(初期時)には、抵抗分電流の第3調波成分が漏れ電流の数%と小さいため線路電圧に含まれる第3高調波成分の影響を受けて抵抗分電流を正しく検出できない恐れがあった。

【0023】

【課題を解決するための手段】上述した問題点を解決するために、この発明の請求項1に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流から抵抗分電流を検出する酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置において、上記漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率を用いて位相差 δ を求め、上記位相差 δ と検出された上記漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} とに基づいて、上記抵抗分電流を演算す

＊になる。

【0014】

※【0016】特に、(2)式を3次迄の項で近似すると(4)、(5)式は簡単になり(4-1)、(5-1)式になる。

※【0017】

る演算手段を備えたものである。

【0024】このような構成によれば、漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率を用いて位相差 δ を求め、所定の α 値と検出した漏れ電流の基本波電流成分から抵抗分電流を求めることができ、従来のように複雑な演算式を用いることもなく、またフィルタも不要となるので、安価でコンパクトな酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置を得ることができる。

【0025】また、この発明の請求項2に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、上記演算手段は、補正係数を α とし、次の(A)式を用いて、上記抵抗分電流を演算するものである。

【0026】

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \sin \delta \cdot \alpha \quad (A)$$

【0027】このような構成によれば、漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率を用いて位相差 δ を求め、所定の α 値と検出した漏れ電流の基本波電流成分から抵抗分電流を求めることができ、従来のように複雑な演算式を用いることもなく、またフィルタも不要となるので、安価でコンパクトな酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置を得ることができる。

【0028】また、この発明の請求項3に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、上記演算手段は、補正係数を α として $\delta' = \delta \cdot \alpha$ を求め、次の(B)式を用いて、上記抵抗分電流を演算するものである。

【0029】

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \delta' \quad (B)$$

【0030】このような構成によれば、請求項2のように三角関数の計算を行う必要がなく、計算が簡単となり、より安価でコンパクトな酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置を得ることができる。

【0031】また、この発明の請求項4に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、上記補正係数 α を $\alpha = 1$ として上記抵抗分電流を求めることにより劣化診断を行うものである。

【0032】このような構成によれば、抵抗分電流の基

本波電流成分のピーク値を容易に求めることができる。

【0033】また、この発明の請求項5に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、上記漏れ電流の第3高調波電流成分と基本波電流成分の比率が所定値以上のときは、上記第3高調波電流成分と上記基本波電流成分の比率から位相差 δ を求め、上記比率が所定値未満のときは、上記位相差 δ を一定とするものである。

【0034】このような構成によれば、避雷器の非劣化時（初期時）の抵抗分電流の第3調波成分が漏れ電流の数%と小さいときでも精度良く漏れ電流を検出することができる。

【0035】さらに、この発明の請求項6に係る酸化亜鉛型避雷器の漏れ電流検出装置によれば、上記漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} の代わりに高調波を含んだ上記漏れ電流の実効値 I_t を用いるものである。

【0036】このような構成によっても、上記各請求項と同様な効果を得ることができる。

【0037】

$$I_{r1} = I_{t1} \cdot \sin \delta \quad (7)$$

【0040】実際には、抵抗分電流に高調波成分の補正が必要であり、抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を表す式とし※

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \sin \delta \cdot \alpha \quad (8)$$

【0042】但し、 I_{t1} は漏れ電流の基本周波成分実効値、 δ は漏れ電流と容量分電流の基本周波成分での位相差、 α は高調波成分等を考慮した補正係数（ $= I_{rp} / (\sqrt{2} I_{r1})$ ）である。

【0043】ここで演算器10は、上述した抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を演算する他にも、漏れ電流をフーリエ級数展開することにより、その基本波電流成分実効値 I_{t1} と第3高調波電流成分実効値 I_{t3} を検出し、さら

に I_{t3} / I_{t1} 比を演算する機能を有する。

【0044】被検出避雷器の特性により（8）式における補正係数 α は工場試験での実測により、製造方法が同一素子では、初期状態より劣化状態に至るまではば一定であることが知られている。位相差 δ と漏れ電流の第3高調波電流成分実効値（ I_{t3} ）／基本波電流成分実効値（ I_{t1} ）の関係は、工場での試験結果から図4のような関係があることが分かっている。

【0045】このことから定数設定器11では、演算器10からの入力値（ I_{t3} / I_{t1} ）に応じた δ 値を、図4に対応させて記憶しており、入力された（ I_{t3} / I_{t1} ）値に相当する δ 値を選び出して、演算器10に出力するように構成されている。

【0046】この実施形態における補正係数 α は、工場試験により $\alpha = 1.4$ に設定されている。上述の δ 値、 α 値、及び基本波電流成分実効値 I_{t1} を用いて、演算器10は（8）式の演算を行い、抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を求める。その値が表示器6aで表示される。

【0047】実施の形態2。上述した実施形態1では、 $\sin \delta$ と α の変数を取り扱う場合について示したが、

＊【発明の実施の形態】

実施の形態1。以下、この発明の一実施形態を図について説明する。図1において、図6と同一対象物には、図6と同一の符号を付している。9は入力回路で従来のようなフィルタ機能を有しないバッファにより構成される。10は後述する位相差 δ 及び補正係数 α 、検出された漏れ電流の基本波電流成分の実効値 I_{t1} から後述するように抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を演算する演算器である。11は後述するように補正係数 α 、位相差 δ を演算器10に出力する定数設定器である。

【0038】漏れ電流 I_t は容量分電流 I_c と抵抗分電流 I_r の合成したものとなる。酸化亜鉛形避雷器の等価回路と基本周波成分のベクトル図を図2と図3に示す。ここでは、容量分電流 I_c が素子の劣化により変らない条件の下での抵抗分電流の検出を考えており、そのとき図2のベクトル図から抵抗分電流の基本周波成分 I_{r1} は、次の（7）式となる。

【0039】

※て（8）式が成立する。

【0041】

δ が小さく $\sin \delta \cdot \alpha = \alpha \cdot \delta$ と近似できる場合には、この $\alpha \cdot \delta$ の値を用いることにより、三角関数のテーブルを用いるの必要がなくなり、演算が簡単に行えるようになる。

【0048】なお、そのときには、位相差と補正係数とから、 $\delta \cdot \alpha = \delta'$ なる値を定数設定器11で演算して出力し、この定数設定器11からの δ' 値（図示しない）と演算器10で求められた漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} を用いて、演算器10で次の（9）式の演算を行う。このような構成によれば、抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を求める演算が簡単になり、ソフトウェア、メモリ等の軽減ができ実施形態1より経済的なものとなる。

【0049】

$$I_{rp} = \sqrt{2} I_{t1} \cdot \delta' \quad (9)$$

【0050】実施の形態3。実施形態2では、高調波電流成分を含んだ抵抗分電流ピーク値 I_{rp} を求めているが、抵抗分電流の基本波電流成分のピーク値 $\sqrt{2} I_{r1}$ （ $\sqrt{2}$ を（7）式に掛けて得られる）の大きさに基づいて劣化診断（その大きさが大きくなれば劣化が進行している）する場合は、 $\alpha = 1$ として、定数設定器11aの出力を δ として、演算器10で実施形態1もしくは実施形態2の演算式の（8）式もしくは（9）式に基づいて演算すれば良い。

【0051】実施の形態4。実施形態4は避雷器の非劣化時（初期時）には、抵抗分電流の第3調波成分が漏れ電流の数%と小さいため電圧に含まれる第3高調波成分の影響を受けて δ を正しく検出できない恐れがあるとき

に適用する方式である。

【0052】上述した定数設定器11において、非劣化時（初期時）には、図4の特性曲線のように I_{t3}/I_{t1} の変化に対して δ 値がほぼ一定（変化量が小さい）と見なせることから δ 値を一定とする。一方、劣化時には、図4の特性曲線から予めこの（ I_{t3}/I_{t1} ）の値と δ との関係式を図4の直線近似式として内部メモリに記憶し、演算器10からの（ I_{t3}/I_{t1} ）値入力から δ 値を演算出力するようにすればよい。

【0053】この方式が上述した実施形態1～3のいずれにも適用できることは、言うまでもない。この実施形態での定数設定器では、（ I_{t3}/I_{t1} ）の大きさに基づいて、 δ 値を一定もしくは演算するかを切り変える機能も有することになる。

【0054】なお、非劣化時か劣化時かの境界は、電圧に含まれる第3調波成分を約1.5%と想定しており、そのとき（ I_{t3}/I_{t1} ）値が約4.5%となることから、これを越える5%に設定している。つまりこの実施形態では、演算器から出力される（ I_{t3}/I_{t1} ）の値が5%以上のときは、この値（ I_{t3}/I_{t1} ）に基づいて定数設定器が δ 値を上記直線近似式から演算出力し、5%未満のときは δ 値を一定として出力するようにしている。

【0055】実施の形態5. 上述してきた実施形態では、検出された漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} ＊

＊を用いたが、抵抗分電流の高調波成分の実効値が I_{t1} の1割程度以下の大きさのときは、高調波成分を含んだ漏れ電流の実効値 I_t と I_{t1} が1%程度しか変わらないので、検出された漏れ電流の基本波電流成分実効値 I_{t1} の代わりに高調波成分を含んだ漏れ電流の実効値 I_t を演算し、上記実施形態1～4で使用する（7）～（9）式の I_{t1} の代わりに I_t を代入して演算するようにしてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 実施形態1を示す酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置の回路図である。

【図2】 実施形態1の動作説明図である。

【図3】 実施形態1の動作説明図である。

【図4】 位相差 δ と漏れ電流の第3高調波電流成分実効値（ I_{t3} ）／基本波電流成分実効値（ I_{t1} ）の関係を示す図である。

【図5】 従来技術の動作を示す図である。

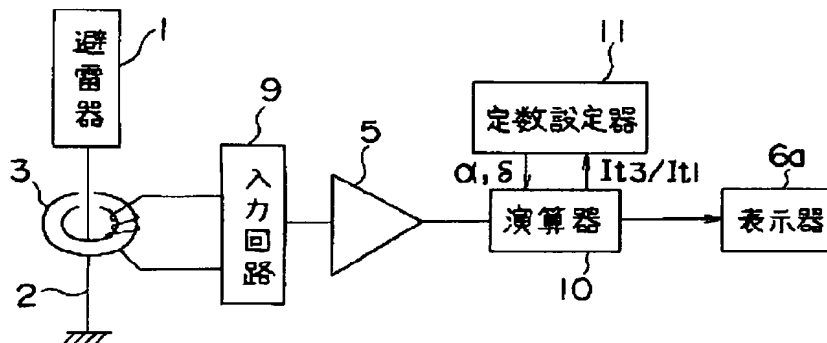
【図6】 従来の酸化亜鉛形避雷器の漏れ電流検出装置の回路図である。

【図7】 図6の動作説明図である。

【符号の説明】

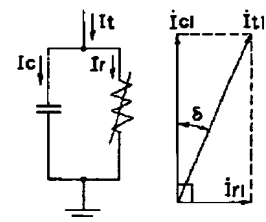
1 避雷器、10 演算器、11 定数設定器、 I_{t1} 基本波電流成分実効値、 I_{t3} 第3高調波電流成分実効値、 δ 位相差、 α 補正係数。

【図1】



【図2】

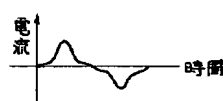
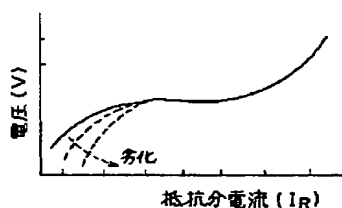
【図3】



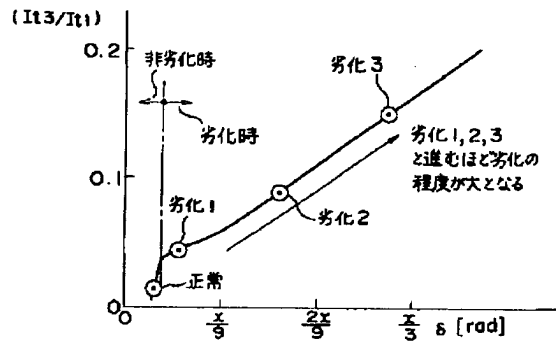
3: 変流器

【図5】

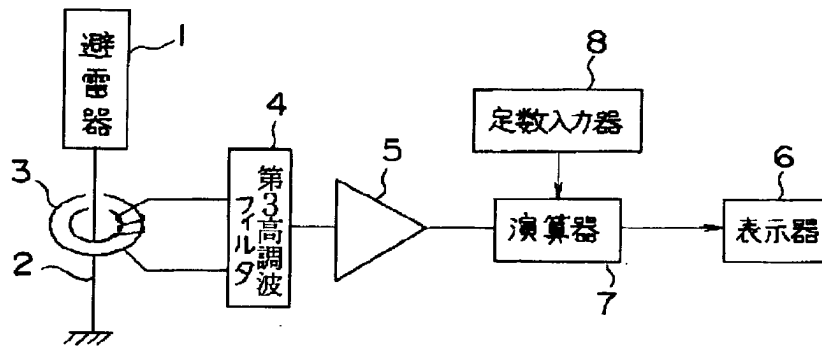
【図7】



【図4】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 前川 洋
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09145759 A

(43) Date of publication of application: 06.06.1997

(51) Int. Cl. G01R 27/02

G01R 31/02, H01C 7/10, H02H 7/24

// H01T 15/00

(21) Application number: 07309199

(22) Date of filing: 28.11.1995

(71) Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(72) Inventor: ETO NOBUO

TAWARA KAZUHIRO

YAMAGISHI TAKESHI

MAEKAWA HIROSHI

(54) LEAKAGE CURRENT DETECTOR FOR ZINC OXIDE TYPE ARRESTER

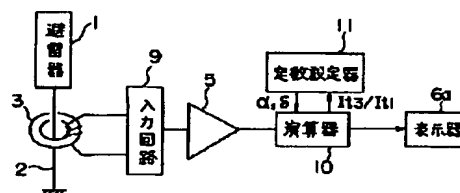
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To easily detect a leakage current with an inexpensive compact leakage current detector using no filter by computing a resistance-component current from the phase difference found by using the ratio between the third harmonic current component of the leakage current and a fundamental-wave current component and the effective value of the fundamental-wave current component.

SOLUTION: A computing element 10 detects a leakage current I_t from a zinc oxide type arrester 1 to be detected by detecting the effective value I_{t1} of a fundamental-wave current component and the effective value I_{t3} of a third harmonic current component by expanding a Fourier series and calculating the ra-

tio I_{t3}/I_{t1} between the values I_{t1} and I_{t3} and inputs the ratio I_{t3}/I_{t1} to a variable setter 11. The setter 11 selects the phase difference δ corresponding to the inputted ratio I_{t3}/I_{t1} and outputs the phase difference to the element 10 together with a correction factor α . The element 10 calculates the peak value $I_rP(I_{t3}+I_{t1})$ of a resistance-component current by using the phase difference, correction factor α , and the effective value I_{t1} and displays the calculated peak value on a display 6a as the value of the leakage current I_t .

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



THIS PAGE BLANK (USPTO)

Docket # 2008P11735

Applic. # _____

Applicant: H. Schillert, et

al.
Lerner Greenberg Steiner LLP

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101